

**Einfluß einer kohlenhydrat- oder fettreichen Formeldiät
auf Cholesterin- und Triglyceridspiegel im Serum
von gesunden Versuchspersonen**

Rainer Jungbauer

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551905_0092

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München

Direktor (Vorstand): Professor Dr. N. Zöllner

Einfluß einer kohlenhydrat- oder fettreichen Formeldiät
auf Cholesterin- und Triglyceridspiegel im Serum von
gesunden Versuchspersonen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde an der
Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Rainer Jungbauer

aus

Straubing

1975

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität
München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. G. Wolfram

Mitberichterstatter: Prof. Dr. N. Zöllner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25.3.1975



Die vorliegende Arbeit in Dankbarkeit
meinen lieben Eltern gewidmet

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
A) <u>Einleitung</u>	1
1. Veränderungen des Serumcholesterinspiegels	2
2. Veränderungen des Serumtriglyceridspiegels	9
3. Problemstellung des im folgenden beschriebenen Versuches	12
B) <u>Versuchsbeschreibung</u>	
1. Material und Methoden	13
2. Ergebnisse	16
3. Diskussion	24
C) <u>Zusammenfassung</u>	28
D) <u>Anhang</u>	30
E) <u>Literaturverzeichnis</u>	31

A) Einleitung

Wegen des ursächlichen Zusammenhangs zwischen Ernährung, Serumlipiden und Arteriosklerose wurde den Serumlipiden in den letzten zwanzig Jahren besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Viele Jahre interessierte man sich für Veränderungen des Serumcholesterinspiegels unter bestimmten Ernährungsbedingungen, während man sich erst in jüngerer Zeit mehr den Triglyceriden zugewandt hat.

Schon aus früheren klinischen Untersuchungen ist das Verhalten der Lipidfraktionen des Serums unter bestimmten Ernährungsbedingungen bekannt. Vor allem haben umfangreiche Untersuchungen amerikanischer Autoren dazu beigetragen, diese Vorgänge zu klären. Obwohl der Regulationsmechanismus der Blutlipidspiegel letztlich unbekannt ist, ist es wichtig, experimentelle Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, welche Veränderungen der Serumlipidspiegel bestimmte Nahrungsbestandteile bewirken.

Der Cholesterinspiegel ist vor allem vom Fett in der Nahrung abhängig. Personen, die isokalorisch ernährt werden, zeigen beim Wechsel der Fettart Veränderungen des Cholesterinspiegels (16). Diese Veränderung hängt ab vom Verhältnis der gesättigten zu den mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Nahrung.

Gesättigte Fettsäuren mit 12, 14 und 16 C-Atomen heben im Vergleich zu einer gemischt kohlenhydratreichen Kost den Cholesterinspiegel deutlich an. Fettsäuren mit weniger als 12 C-Atomen hingegen, sowie Stearinsäure und Ölsäure beeinflussen den Cholesterinspiegel kaum. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren, zum Beispiel Linolsäure, senken den Cholesterinspiegel. Fettsäuren mit mehr als zwei Doppelbindungen verstärken den cholesterinsenkenden Effekt nicht (16).

Zur Charakterisierung dieser Eigenschaft eines Nahrungsfettes wurde der Begriff des P/S-Quotienten eingeführt. (Verhältnis von "polyunsaturated" zu "saturated fatty acids"). Die Wirkung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist schwächer als die der gesättigten. Keys fand dabei, daß etwa 2 g mehrfach ungesättigter Fettsäuren in der Nahrung die Wirkung von 1 g gesättigter Fettsäuren aufheben (15). Nach neueren Untersuchungen wird diese Relation

jedoch angezweifelt; eine tägliche Zufuhr von 50 g Linol-säure soll den Effekt der gesättigten Fettsäuren in der Nahrung aufheben (33).

Mit Ausnahme von Diäten, die ungewöhnlich hohe Mengen an Kokosnußöl und Butter enthalten, ist bei fast allen anderen der Hauptvertreter der gesättigten Fettsäuren die Palmitin-säure (16 C-Atome), und in der Tat bezieht sich das "S" hauptsächlich auf diese Fettsäure. Im Kokosnußöl ist die Laurinsäure (14 C-Atome) vorherrschend, aber Fettsäuren mit weniger als 12 C-Atomen machen doch ungefähr 16 % der gesättigten Fettsäuren aus. Bei Butter beträgt der Anteil an kurzkettigen gesättigten Fettsäuren etwa 10 %. Im Falle der Butter wird der den Cholesterinspiegel steigernde Effekt wahrscheinlich um etwa 10 % überschätzt (unabhängig vom Cholesterin in der Butter), wenn alle gesättigten Fettsäuren in dem Ausdruck "S" berücksichtigt werden. (16)

Ahrens (1) berichtet von vier Patienten, bei denen Formel-diät mit 40 bzw. 70 % der Kalorien aus Fett in Form von Weizenöl verabreicht wurde. Ein Patient fiel mit seiner starken Hypercholesterinämie bei allen Versuchen aus der Reihe. Die drei anderen zeigten keine nennenswerten Verschiebungen bei Änderung des Prozentanteils der Fette. Wahrscheinlich gibt es eine obere Grenze für die Wirkung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Das Cholesterin in der Nahrung hebt den Cholesterinspiegel im Serum ebenfalls. Der Anstieg ist aber nur proportional der Quadratwurzel der Cholesterinkonzentration in der Nahrung (mg/1000 Calorien) (16). Der Effekt einer erhöhten Cholesteringabe bei einer Nahrung, die schon Cholesterin enthält, ist also sehr gering. Außerdem muß Cholesterin bei einer Diät mit einer angemessenen Menge Fett verabreicht werden, sonst wird es einfach wieder ausgeschieden. (27)

Wenn man alles Fett und Cholesterin in die Gleichung für die Änderung der Cholesterinkonzentration $\Delta \text{Cholesterin} = 1,35 (2\Delta S - \Delta P) + 1,5 \Delta Z$ (16) hereinnimmt und entsprechende Werte errechnet, so ergeben sich immer wieder Unterschiede zu den tatsächlich gefundenen Werten. Dafür gibt es einige Erklärungen. Als Fehlerquelle kommt zum Beispiel der Proteinanteil in Frage. Olson (28) glaubt, daß der entscheidende Grund dafür bei den Proteinen zu suchen sei. Nach Campbell (8) haben Veränderungen des Eiweißgehalts der Nahrung zwischen 8 und 20 % der Calorien keine Auswirkung auf den Cholesterinspiegel im Serum. Tierisches und pflanzliches Protein soll den Cholesterinspiegel unterschiedlich beeinflussen (34).

Weiterhin kommt der Kohlenhydratanteil der Nahrung in Frage. Der Einfluß von komplexen Kohlenhydraten gegenüber einfachen Zuckern ist zum Teil von zusätzlichen Faktoren in der Nahrung abhängig. Hierzu gehören die pflanzlichen Stearine, die eine cholesterinsenkende Wirkung haben. Beveridge (6) fand,

daß sie die Absorption von Cholesterin verzögern. Weiterhin sind zu nennen halb- oder nichtverdauliche komplexe Kohlenhydrate, wie zum Beispiel Pectin, Zellulose und "Gums". Obwohl als gesichert gilt, daß Sitosterol und Pectin die Absorption verzögern, stellte sich auch heraus, daß Zellulose sich nicht auf die Absorption auswirkt.

Keys (18, 19) fand, daß Pectin den Serumcholesterinspiegel merklich senkt, im Gegensatz zu Zellulose. Eine tägliche Gabe von 15 g Zellulose hat sich dabei nicht auf das Serumcholesterin ausgewirkt. Dies wurde auch von anderen bestätigt (29). Hingegen hat dieselbe Menge an Pectin, der täglichen Diät zugesetzt, eine Senkung des Cholesterinspiegels um etwa 5 % zur Folge. Dieser Effekt von Pectin wurde sowohl im Tierversuch als auch beim Menschen festgestellt (10).

Keys und seine Gruppe (17) fanden einen niedrigeren Serumcholesterinspiegel bei Personen, die "italienisch" im Vergleich zu denen die "amerikanisch" (mit jeweils geringem Fettanteil) ernährt wurden. Kohlenhydrate der "italienischen" Diät stammten von Weizen, Bohnen, Hülsenfrüchten, frischem Obst und Gemüse, wohingegen die "amerikanische" Diät mehr Rohrzucker, Milch und Fleisch enthielt. Die beiden Diäten hatten gleiche Fett- und Proteinanteile.

Anderson (3) verglich die Wirkung von Glucose, Fructose

und Lactose. Ersatz eines Teils von Glucose durch Lactose zeigte keine Veränderung des Cholesterinspiegels. Fructose allein bewirkte etwas höhere Konzentration als entweder Glucose oder eine Mischung aus Glucose und Lactose. Insgesamt aber waren die Unterschiede unerheblich. Ähnliche Ergebnisse wurden von Shamma'a und Al-Khalidi berichtet (31).

Die spektakulärsten Ergebnisse lieferte Winitz (35). Dieser Autor setzte 18 Versuchspersonen auf Formeldiät, die synthetische Aminosäuren, Vitamine und Mineralien enthielt. Alleiniger Fettanteil waren 2 g Linolsäure (ethyl-lionoleate) täglich und etwa 90 % der Gesamtkalorien aus Glucose. Ersatz von 25 % der Glucose durch Rohrzucker brachte einen deutlichen Anstieg des Cholesterin. Dieses Experiment hat insofern große Bedeutung als es gezeigt hat, daß die Art der Diät von entscheidendem Einfluß ist.

Mac Donald (21, 22, 23, 26) hat gefunden, daß gesunde Männer und Frauen nach der Menopause auf Stärke und Rohrzucker anders reagieren als jüngere Frauen. Bei den beiden erstgenannten Gruppen steigert Fructose die Lipide, im Gegensatz zur letzten Gruppe. Möglicherweise spielt hier der Östrogenhaushalt eine Rolle.

Mac Donald (24, 25) berichtet weiter über direkte Vergleiche der Wirkung von Fructose und Glucose auf Serumlipide. Hinsichtlich der Cholesterinkonzentration wurden keine nennenswerten Unterschiede gefunden. Mac Donald schloß daraus, daß die Nüchternwerte bei Serumcholesterin unter diesen Voraussetzungen nicht von Kohlenhydraten beeinflußt werden. Serumcholesterin ist in hohem Maße abhängig von Art und auch Menge des Fettes in der Nahrung. Wenn es von Art und Menge der Kohlenhydrate allein beeinflußt wird, so ergeben sich nur geringe Veränderungen, verglichen mit den Fetten.

Mac Gandy (27) berichtet von einem kleinen, aber statistisch relevanten Ansteigen des Cholesterinspiegels, wenn Kohlenhydrate aus Weizen und Kartoffeln durch Rohrzucker ersetzt werden. Der Wechsel der Kohlenhydrate erfolgte immer in Verbindung mit drei verschiedenen Fetten (Kokosnußöl, Olivenöl, Safloröl). Der größte Unterschied zeigte sich in Verbindung mit Kokosnußöl. Diese Diät, mit Kokosnußöl als Fettanteil, verursachte auch die höchsten Serumcholesterinwerte, unabhängig von der Art der Kohlenhydrate. Epidemiologische Untersuchungen von López (20) haben einen deutlichen Zusammenhang gezeigt zwischen Anstieg des Serumcholesterinspiegels und Anteil von Monosacchariden einerseits und Absinken des Cholesterinspiegels und Anteil von komplexen Kohlenhydraten andererseits.

Kohlenhydrate in der Nahrung beeinflussen also das Cholesterin nur in geringem Maße. Die Wirkung von gemischten Kohlenhydraten, vorwiegend Stärke, ist der von Ölsäure zu vergleichen (16). Bei Zufuhr von Stärke liegt der Cholesterinspiegel etwas niedriger als bei Zufuhr der gleichen Menge Rohrzucker. Insgesamt ist dieser Unterschied aber unerheblich (12).

Den größten Unterschied beobachtet man, wenn man Kohlenhydrate aus Hülsenfrüchten mit Rohrzucker vergleicht (12). Die Diät wurde mit verschiedenen Fettanteilen verabreicht (55 und 104 Gramm) und die Gesamtkalorienmenge entsprach etwa 3000 Kalorien. Die gemüse- und fruchtreiche Diät bewirkte eine um rund 17 mg/100 ml stärkere Senkung des Cholesterinspiegels als die rohrzuckerreiche Diät. Dieser Unterschied blieb bei Umstellen des Fettanteils praktisch gleich. Es scheint also, daß die Art der Kohlenhydrate einen Einfluß auf den Cholesterinspiegel hat. Man hat dafür einen noch unbekannten, serumcholesterinsenkenden Faktor in den Hülsenfrüchten verantwortlich gemacht (11). Um abzuklären, ob die verschiedenen Effekte der Kohlenhydrate auf die Serumlipide mit dem Molekulargewicht des Zuckers oder dem Rohrzuckermolekül als solchem zusammenhängen, verabreichte Mac Donald (24) für jeweils fünf Tage verschiedene Diäten. Die Serumlipidwerte jeweils der letzten zwei Tage wurden

mit den Werten vor der Diät verglichen. Der Cholesterinspiegel fiel ab bei Stärke, gelöster Glucose, Maltose und Dextrose. Der Triglyceridspiegel stieg deutlich bei Rohrzucker und fiel, wenn Rohrzucker durch Maltose und Dextrose ersetzt wurde. Mit roher Stärke und gelöster Glucose (partiell^es Stärkehydrolysat) zeigte sich keine bedeutende Veränderung.

Dies alles legt nahe, daß Rohrzucker eine den Triglyceridspiegel erhöhende Wirkung besitzt, im Gegensatz zum Disaccharid Maltose bzw. dem Monosaccharid Dextrose. Wenn aber andererseits das Endprodukt der Kohlenhydratspaltung im Intestinaltrakt Dextrose ist, wäre zu erwarten, daß Stärke und Glucose ähnliche Ergebnisse zeigen würden wie Dextrose allein. Dies konnte aber nicht bestätigt werden. So geben diese begrenzten Versuche also nur Anlaß zu der Vermutung, daß Rohrzucker eine den Triglyceridspiegel anhebende Wirkung hat. (24)

Mac Donald und Mitarbeiter (26) haben Gruppen von fünf bis sieben normalen Personen von ihrer selbstgewählten, überwiegend fettreichen Diät umgestellt auf Diät mit 73 % der Kalorien aus entweder gekochter Kornstärke oder Zucker oder einer Mischung aus beiden. In diesen modifizierten Diäten war praktisch kein Fett. In den meisten Fällen ver-

ursachte die neue Diät ein Ansteigen der Serumtriglyceridspiegel. Jedoch fielen die Veränderungen verhältnismäßig gering aus im Vergleich zu bisherigen Versuchsreihen mit geringerem Kohlenhydratanteil. Ältere Männer und Frauen zeigten die stärksten Anstiege nach Umstellung von fettreicher auf kohlenhydratreiche Nahrung, wohingegen sich bei jüngeren Frauen meist keine Änderung zeigte oder sogar ein Absinken der Triglyceride zu verzeichnen war.

Der Triglyceridspiegel im Serum ist nach etwa 12stündigem Fasten bei kohlenhydratreicher Nahrung höher als bei fettreicher. Beim Verzehr von gesättigten Fettsäuren liegen die Nüchternwerte höher als beim Verzehr von ungesättigten Fettsäuren (5).

Antonis und Behrson (4) haben die südafrikanische Bevölkerung im Hinblick auf Serumtriglyceridspiegel untersucht. Sie fanden gleichförmig niedrige Konzentrationen. Dies stimmt überein mit der allgemeinen Erfahrung, daß Personen, die sich kohlenhydratreich ernähren, einen niedrigen Triglyceridspiegel haben.

Antonis und Behrson haben auch Gefangene untersucht, die zwei Jahre lang fettreich (40 %) ernährt wurden (5). Danach wurden sie auf kohlenhydratreiche Kost umgestellt.

Dieser Wechsel bewirkte ein Ansteigen der Triglyceridspiegel, welche ihr Maximum (etwa doppelter Ausgangswert) nach drei bis fünf Wochen erreichten. Anschließend spielte sich der Triglyceridspiegel allmählich wieder auf den Ausgangswert ein. Speziell der Triglyceridspiegel zeigte individuell verschiedene Schwankungen. Probanden mit ursprünglich höheren Werten reagierten bei Wechsel mit stärkeren Änderungen.

Um dies näher zu ergründen, hat Anderson (2) 42 geistestörte Personen mittleren Alters auf eine Diät, die verschiedene Arten von Fett enthielt, gesetzt. Verschiedene Fettanteile und Marmelade wurden gegeneinander ausgetauscht. Die einzelnen Individuen reagierten sehr unterschiedlich, aber die Hypothese, daß es zwei Gruppen von Individuen gibt, die verschieden auf kohlenhydratreiche Diät reagieren, ließ sich nicht erhärten.

Die einzelnen Kohlenhydrate zeigen eine unterschiedliche Wirkung auf den Serumtriglyceridspiegel. Glucose verursacht etwas höhere Triglyceridspiegel als Stärke (14). Rohrzucker wiederum hat etwas stärkere Wirkung als Glucose (13). Ein direkter Vergleich von Glucose und Fructose zeigt eine deutlich stärkere Wirkung der Fructose, während Lactose der Glucose entspricht (3).

Ziel des im folgenden beschriebenen Versuches war es, Aufschluß zu bekommen über das Verhalten von Cholesterin und Triglycerid bei kohlenhydratreicher bzw. fettreicher Ernährung während drei Wochen (Tabelle 4 und 5), über die Dauer des Zeitraums bis der Cholesterin- oder Triglyceridspiegel nach Kostumstellung erneut konstant ist, weiterhin über Änderungen des Cholesterin- und Triglyceridspiegels im Laufe des Tages (Tabelle 6 und 7).

B) Versuchsbeschreibung

1. Material und Methoden

An dem Ernährungsversuch, der sich über sechs Wochen erstreckte, nahmen sechs klinisch und anamnestisch gesunde Versuchspersonen (Tabelle 1) teil. Der Versuch fand vom 1. 7. bis 12. 8. 1973 statt. Es wurden zwei Gruppen gebildet, wobei die eine Gruppe während der ersten drei Wochen fettreich, die andere Gruppe kohlenhydratreich und während der zweiten Hälfte beide Gruppen dann umgekehrt ernährt wurden. Getrunken wurde nur Wasser oder Kaffee und schwarzer Tee ohne Milch und Zucker. Als Nahrung diente eine Formeldiät, die sich folgendermaßen zusammensetzte: Magermilchpulver, Malto-Dextrin, Butter, Safloröl, Cholesterin. Hinzu kamen Mineralsalze (NaCl, KCl). Das Ganze wurde mit Wasser angerührt. Vitamine wurden in Form von Multibionta-kapseln zugeführt. Als Geschmackskorrigentien konnte man Zimt oder Zitronensäure verwenden. Die Tagesration von 3000 Cal wurde auf Grund einer 14tägigen Nahrungsanamnese vor dem Versuch berechnet. Die genaue Zusammensetzung der kohlenhydratreichen und der fettreichen Formeldiät ist in den Tabellen 2 und 3 enthalten.

Blutentnahme

Blut wurde jeweils zweimal vor und einmal nach dem Versuch, ansonsten jeweils zweimal pro Woche (am 4., 8., 11., 15., 18., 22., 25., 32., 36., 39., 43. Tag) aus der vena brachialis

entnommen, nachdem die Versuchspersonen über Nacht etwa 10 Stunden nüchtern geblieben waren. Hinzu kamen in der dritten und sechsten Woche jeweils zwei Blutentnahmen etwa vier Stunden nach Nahrungsaufnahme. Nach dem Zentrifugieren wurde das Plasma zur weiteren Verarbeitung abpipettiert.

Die Lipide wurden aus dem Plasma nach der von Sperry beschriebenen Modifikation der Methode von Folch (32) extrahiert. Das Prinzip dieser Methode besteht in einer Extraktion der zu untersuchenden Lipide mit einem Chloroform-Methanolgemisch und einer Reinigung dieses Gemisches von nichtlipoiden Beimengungen mit einer 0,02 % wässrigen CaCl_2 -Lösung. Gleichzeitig erfolgt durch die CaCl_2 -Lösung eine Phasentrennung in eine obere Wasser-Methanol-Phase und eine untere lipoidhaltige Chloroformphase.

Quantitative Cholesterinbestimmung

Aus der unteren Phase eines Sperry-Folch-Extraktes wurde das Gesamtcholesterin nach Zak und Mitarbeiter (36) photometrisch bestimmt. Diese Methode basiert auf der sogenannten Liftschützreaktion (Cholesterin bildet mit Eisen-III-Chlorid, Eisessig und Schwefelsäure einen Farbkomplex). Bei dieser Methode wird neben dem freien auch das veresterte Cholesterin bestimmt.

Quantitative Triglyceridbestimmung

Ermittlung der Neutralfette (Triglyceride) mit der Testkombination von Boehringer. Die Berechnung erfolgt aus dem Glycerid-Glycerin (Gesamtglycerin - freies Glycerin = Glycerid-Glycerin) (3).

Alkalische Hydrolyse der unteren Phase des Sperry-Folch-Extraktes führt zur quantitativen Freisetzung von Glycerin. Die Glycerinkonzentration wird im zusammengesetzten optischen Test mittels Glycerokinase (Phosphorylierung von Glycerin mit ATP und Glycerokinase zu L-Glycerin - 3 - Phosphat und ADP) bestimmt. Eine quantitative Bestimmung im biologischen Material ist an folgende Voraussetzungen geknüpft:

1. Beseitigung der fettsäurebedingten Trübungen durch Magnesiumsalzfällung.
2. Korrektur der gemessenen Extinktion durch regelmäßige Verwendung von Reagenzien-Leeransätzen.
3. Verwendung von glycerinfreier KOH.
4. Beseitigung des durch Glucose bedingten Fehlers.
5. Die Konzentration an freiem Glycerin im Serum ist gering und kann bei der Neutralfettbestimmung vernachlässigt werden.

2. Ergebnisse

Die Ernährung mit der Formeldiät wurde zum Teil recht gut vertragen. Ein Teil der Versuchspersonen hatte aber Diarrhoe und Bauchschmerzen, besonders bei der fettreichen Formeldiät. Übelkeit trat vor allem nach dem Essen der kohlenhydratreichen Formeldiät auf, besonders, wenn sie sehr schnell gegessen wurde. Bei der fettreichen Diät war auch ein verstärktes Hungergefühl zu vermerken, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die fettreiche Ernährung ein geringeres Volumen hatte als die kohlenhydratreiche Diät. Aufgefallen ist auch, daß es zu mehr oder weniger starken Gewichtsverlusten gekommen ist.

Ausgehend vom Durchschnitt der Ausgangswerte zeigt sich bei den Versuchspersonen A, B und C nach Umstellung auf fettreiche Formeldiät keine markante Veränderung des Serumcholesterins (Abb. 1). Im weiteren Verlauf folgt bei A und auch bei C ein deutliches Absinken, während bei B keine bemerkenswerte Veränderung auftritt. In der letzten Woche ist allerdings bei B und C ein deutlicher Anstieg, bei A hingegen keine Veränderung festzustellen.

Umstellen auf kohlenhydratreiche Diät bewirkt bei den Versuchspersonen B und C ein Absinken des Serumcholesterins um etwa 40 mg/100 ml, bei A hingegen keine Änderung. Bei den Versuchspersonen B und C treten dann zwei Wochen lang unwesentliche Schwankungen und während des letzten Wochenendes nochmals ein

Anstieg um rund 20 mg/100 ml auf. Bei Vers.P. A bleiben die Werte im wesentlichen unverändert.

Den deutlichsten Cholesterin Abfall bei kohlenhydratreicher Diät (Abb. 2) zeigt Versuchsperson F, die auch vor dem Versuch bei individueller Ernährung am meisten gesättigte Fettsäuren und Cholesterin verzehrte. Ein Absinken ist auch bei E zu verzeichnen. Versuchsperson D zeigt keine nennenswerten Veränderungen. Bemerkenswert ist hier, daß die Serumcholesterinwerte am Ende der kohlenhydratreichen Ernährung auffallend nahe beieinander liegen, wohingegen die Werte der Gruppe A, B, C nach der fettreichen Formeldiät weiter gestreut lagen als vorher, bei individueller Ernährung.

Die Umstellung auf fettreiche Diät bewirkte bei den Versuchspersonen D, E und F einen klaren Anstieg des Cholesterinspiegels innerhalb von drei Tagen, der sich bei Vers.P. F noch bis zum 7. Tag fortsetzte. Die Cholesterinspiegel von D und E blieben dann 11 Tage lang ohne Veränderung, während der Cholesterinspiegel bei F etwas absank. Zu Beginn der dritten Woche ergab sich bei allen drei Versuchspersonen ein Absinken um ca. 10 mg/100 ml. Die Werte zu Ende dieser Periode liegen bei Versuchsperson F und D deutlich, bei Vers.P. E etwas über den Werten während der kohlenhydratreichen Diät.

Das Absinken des Serumcholesterins bei Versuchsp. A, während fettreicher Diät, geht einher mit einem gleichmäßigen Abfall der Gewichtskurve (Abb. 5). Bei Versuchsp. C kein Gewichtsverlust und Absinken des Cholesterinspiegels. Versuchsp. B erleidet zunächst einen deutlichen Gewichtsverlust ohne nennenswerte Veränderung des Cholesterinspiegels. Der Anstieg des Cholesterins am letzten Wochenende ist mit geringer Gewichtserhöhung verbunden.

Nach Umstellung auf kohlenhydratreiche Ernährung ergeben sich bei Versuchsp. B und C ein deutliches Absinken der Serumcholesterinspiegel einerseits, andererseits ein vorübergehender Gewichtsanstieg bei Versuchsp. B und Gewichtsabnahme bei Versuchsp. C. Versuchsperson A reagiert zunächst mit Gewichtszunahme, aber die Serumcholesterinwerte bleiben im wesentlichen unverändert. Der weitere Verlauf bringt bei Versuchsp. C geringes Ansteigen des Serumcholesterinspiegels, dazu aber geringfügige Gewichtszunahme. Bei Versuchsp. B und vor allem bei Versuchsp. A Gewichtsabfall mit unwesentlicher Cholesterinkonzentrationsänderung.

Zum Cholesterinabfall zu Beginn der kohlehydratreichen Diät bei Versuchsp. E und F kommt es bei Versuchsp. F zu Gewichtsverlust (Abb. 6), während E an Gewicht zunimmt. Bei Versuchsperson D diesbezüglich unbedeutende Schwankungen. Das Umstellen auf fettreiche Diät führt dann bei den Versuchsp. D, E und F zu einer Gewichtsabnahme bei gleichzeitigem

Cholesterinanstieg. Im weiteren Verlauf zeigen sich dann bei F konstante Gewichtsabnahmen ohne nennenswerte Cholesterinveränderungen, bei Versuchsp. D und E nach ca. 9 Tagen geringe Gewichtszunahme ohne deutliche Cholesterinspiegelveränderungen.

Die Cholesterin Nüchternwerte liegen bei Versuchsp. A, B und C bei fettreicher Diät am 15. Tag (Montag) höher als am 18. Tag (Donnerstag). Die Werte vier Stunden nach Nahrungsaufnahme liegen am Montag unter den Nüchternwerten, am Donnerstag hingegen über ihnen. (Abb. 7)

Die Nüchternwerte bei kohlenhydratreicher Formeldiät liegen am 36. Tag (Montag) im allgemeinen höher als am 39. Tag (Donnerstag). Die Werte vier Stunden nach Nahrungsaufnahme sind am 36. Tag ohne einheitliche Tendenz, am Donnerstag hingegen durchweg über den Nüchternwerten.

Bei der anderen Gruppe läßt sich eigentlich nur bei Versuchsperson F sagen, daß bei kohlenhydratreicher Nahrung der Nüchternwert vom Donnerstag unter dem vom Montag liegt. Die beiden anderen Werte liegen etwa auf gleicher Höhe, bei Versuchsp. E am Donnerstag etwas höher als am Montag. (Abb. 8)

Die Cholesterinwerte nach Nahrungsaufnahme (kohlenhydratreich) liegen im Gegensatz zu oben gesagtem durchweg unter den Nüchternwerten.

Bei fettreicher Ernährung bleiben bei dieser Gruppe die Nüchternwerte vom Donnerstag durchweg unter denen vom Montag. Vier Stunden nach Nahrungsaufnahme liegen allerdings alle Werte über den Nüchternwerten. (Abb. 8)

Bei fettreicher Diät sinken bei den Versuchspersonen A, B und C die Triglyceridspiegel ab. (Abb. 3) Am elften Tag sind die Werte dann ziemlich gleich. Bei Vers.P. B kommt es sofort nach Kostumstellung zu einem Absinken, bei Vers.P. A und C erst nach drei Tagen. Bei Vers.P. A und C steigen die Werte über das Wochenende (2. Woche) deutlich an, in der darauffolgenden Woche fallen sie wieder ab. Bei Vers.P. B befinden sich die Werte nach dem Abfall während der ersten drei Tage mit kleinen Schwankungen auf gleicher Höhe. Am 18. Tag liegen die Triglyceridwerte wieder auffällig nahe beisammen. Während des letzten Wochenendes beträgt der Anstieg bei Vers.P. C um 50 mg/100 ml, bei Vers.P. B etwa 10 mg/100 ml. Bei Vers.P. A stellt sich ein weiteres leichtes Absinken auf den niedrigsten Triglyceridwert während der fettreichen Periode ein.

Bei Kostumstellung steigt der Triglyceridspiegel um etwa 65 mg/100 ml. (Abb. 3) Die maximalen Werte werden von Vers.P. A und B nach der ersten, von C nach der zweiten Woche erreicht. Dann zeigt sich als Tendenz ein Einspielen auf

niedrigere Werte. Dabei tritt nach zwei bis drei Wochen ein Einpendeln auf Werte ein, die zwar deutlich unter den Maximalwerten (zum Teil doppelt so hoch wie die Ausgangswerte), aber immer noch über den Werten bei fettreicher Diät liegen. Nach einer Woche individueller Nahrung bewegen sich die Werte wieder in Höhe der Ausgangswerte.

Diesen Änderungen der Triglyceridspiegel bei kohlenhydrat- bzw. fettreicher Kost entsprechend verlaufen die Kurven bei den Versuchspersonen D, E und F (Abb. 4). Bei Vers.P. F zeichnet sich allerdings zunächst ein Absinken, dann aber ein umso stärkerer Anstieg ab. Maximalwerte werden hier einheitlich nach der zweiten Woche erreicht. Dann beginnt ein Abfall auf Werte, die bei Vers.P. D und E jedoch noch merklich über den Ausgangswerten, bei F allerdings nur in ihrer Höhe liegen. Die Werte am Ende der kohlenhydratreichen Nahrung liegen wieder relativ nahe beisammen (Abb. 4). Auch hier zeigt sich also die individuell verschieden starke Reaktion mit einheitlich ansteigender Tendenz und im allgemeinen erhöhten Werten.

Das Umstellen auf fettreiche Nahrung führt innerhalb von drei Tagen zu einem deutlichen Absinken, dann zu einem Einpendeln auf Werte wesentlich unter denen zu Ende der kohlenhydratreichen Kost, allerdings mit insgesamt viel größeren

Schwankungen als bei der ersten Gruppe. Bei individueller Ernährung stellen sich wieder Werte wie vor der Diät ein. Versuchsperson F hat vor und nach dem Versuch gleich hohe Triglyceridspiegel.

Fettreiche Nahrung verursacht bei Vers.P. A, B und C insgesamt ein Absinken des Triglyceridspiegels bei Gewichtsabnahme. Der ausgeprägte Triglycerid-Anstieg bei Vers.P. C am Ende der dritten Woche bleibt ohne merkliche Gewichtsveränderung, bei Vers.P. A geringe Triglyceridspiegelabnahme und Gewichtsabnahme, bei B geringe Triglyceridspiegelzunahme und Gewichtszunahme. Bei Kostumstellung tritt bei gleichzeitigem Triglyceridanstieg bei A und B eine Gewichtszunahme, bei C Gewichtsabnahme ein. Im weiteren Verlauf zeigt sich bei Vers.P. A und B Triglyceridabfall einerseits und Gewichtsverlust andererseits. Vers.P. C hat allerdings trotz Triglyceridspiegelabnahme eine geringe Gewichtszunahme.

Kohlenhydratreiche Nahrung bewirkt bei Versuchsperson D und F Triglyceridanstieg und Gewichtsabnahme. Bei Versuchsperson E kommt es allerdings zu Triglyceridanstieg und zu einer Gewichtszunahme. Insgesamt bewirkt die anschließende fettreiche Formeldiät eine Tendenz zu niedrigen Triglyceridwerten bei allgemeiner Gewichtsabnahme.

Die Werte vier Stunden nach Nahrungsaufnahme sind bei fettreicher Nahrung mindestens doppelt, zum Teil sogar dreimal so hoch wie die Nüchternwerte. Bei kohlenhydratreicher Nahrung könnte man sagen, daß diese Werte bei höheren Nüchternwerten über ihnen, bei niedrigeren Nüchternwerten unter ihnen liegen. (Abb. 9 und 10)

3. Diskussion

Eine Diät mit mittlerem bis hohem Fettgehalt, hauptsächlich aus gesättigten Fettsäuren, und ein Übermaß an Cholesterin wird in Verbindung mit Kohlenhydraten vor allem den Serumcholesterinspiegel, weniger den Triglyceridspiegel beeinflussen. Bei Diäten mit geringem Fettanteil und mit wenig oder keinem Cholesterin wirkt sich der Kohlehydratanteil weniger auf das Serumcholesterin als vielmehr auf den Triglyceridspiegel aus.

Es wurde die allgemeine Erfahrung, daß hauptsächlich gesättigte Fettsäuren den Cholesterinspiegel anheben (16) vor allem bei der einen Gruppe (D, E, F) deutlich. Bei der anderen Gruppe blieb der deutliche Cholesterinspiegelanstieg trotz sehr hohen Fettgehalts (gesättigte Fettsäuren) aus, da ja bei individueller Ernährung ca. 26 % Fett enthalten waren. Im Vergleich zur freigewählten Kost vor und nach dem Versuch wurde während seiner Dauer ein wesentlich höherer Fettanteil (60 %) verabreicht. Auch die Cholesterinmenge lag bei den Versuchspersonen A und C bei individueller Ernährung unter, bei B hingegen über der Menge Cholesterin in der Formeldiät. Trotzdem sank der Cholesterinspiegel im Verlauf einer Woche. Der während der Woche stärkere Abfall als am Wochenende ist wohl durch die stärkere Aktivität an den Arbeitstagen zu erklären.

Besonders deutlich zeigte sich das Absinken des Cholesterinspiegels beim Übergang von fettreicher zu kohlenhydratreicher Ernährung. Die kohlenhydratreiche Diät erbrachte den starken Triglyceridanstieg, der aber die Tendenz zeigte, sich nach längstens zwei Wochen auf Normalwerte einzupendeln. Allgemein waren bei der fettreichen Formeldiät die Triglyceridspiegel auch deutlich niedriger als bei kohlenhydratreicher (5).

Die ausgeprägten Schwankungen der Serumlipide gehen alles in allem nicht mit entsprechenden Gewichtsschwankungen einher. Insgesamt besteht vielleicht die Tendenz: bei niedrigerem Gewicht niedrigere Serumlipide.

Die Gewichtsverluste der Versuchspersonen sind hauptsächlich auf den Wasserverlust, bedingt durch die salzarme Ernährung zurückzuführen. Es handelt sich um einen Verlust von extracellulärem Wasser, Wasser, das frei wird aus der Verkleinerung des Zellvolumens und Wasser aus dem Stoffwechsel der Zellsubstanz. Darüber berichtet Bloom, daß die Menge an Salz, die zum Beispiel während einer kohlenhydratreichen Kost ausgetrennt wird, eine Funktion des Zellstoffwechsels ist. Natriumausscheidung nimmt ab, wenn vermehrt Kohlenhydrat gegessen wird (6). Bezeichnenderweise war der Gewichtsverlust bei fettreicher Ernährung stärker. Bei der kohlenhydratreichen Diät kam es sogar zur Gewichtszunahme.

Die Triglyceridwerte vier Stunden nach Nahrungsaufnahme sind bei fettreicher Nahrung eindeutig höher als die Nüchternwerte, während sich bei kohlenhydratreicher Nahrung keine klare Aussage machen läßt. Die erhöhten Triglyceridwerte sind bedingt durch die Fettverdauung, bei der langkettige Fettsäuren über Veresterung zu Triglyceriden und Chylomicronenbildung ins Serum gelangen. Kurzkettige, im Verdauungstrakt freigesetzte Fettsäuren werden in das Portalblut resorbiert.

Auch die entsprechenden Cholesterinwerte lassen keine einheitliche Tendenz erkennen; sie sind bei fettreicher Ernährung etwas höher als die Nüchternwerte, diese Tendenz erwies sich eindeutig bei den zwei verschiedenen Gruppen nur am Donnerstag. Bei kohlenhydratreicher Ernährung lagen diese Werte bei der einen Gruppe über, bei der anderen unter den Nüchternwerten.

Noch zu erwähnen ist, daß Versuchspersonen mit höheren Ausgangswerten mit größeren Veränderungen reagierten, das heißt, sie sprechen auf Diätänderungen mit größeren Schwankungen an (2). Hinzu kommt noch, daß die einzelnen Individuen nicht immer gleich reagieren, daß also trotz einheitlicher Voraussetzungen die eine oder andere Versuchsperson ein anderes

Ergebnis bringt. Verschiedene Personen haben selbst bei identischer Ernährung verschiedene Lipidwerte und reagieren dementsprechend bei einem Wechsel auch verschieden. Versuchsperson D hatte zum Beispiel mit größerem Kohlehydratanteil in der individuellen Kost geringere Triglyceridwerte als F.

B) Zusammenfassung:

An dem Ernährungsversuch, der sich über sechs Wochen erstreckte, nahmen sechs gesunde Versuchspersonen teil. Auf Grund einer 14-tägigen Nahrungsanamnese errechnete sich ein durchschnittlicher Kalorienbedarf von 3000 Cal. Der Fettanteil bei fettreicher Formeldiät betrug 60 %, der Kohlenhydratanteil bei kohlenhydratreicher Formeldiät betrug 80 %. Dabei wurden das Verhalten des Serum-Cholesterinspiegels und des Serum-Triglyceridspiegels untersucht. Es zeigte sich die serumcholesterinsteigernde Wirkung von gesättigten Fettsäuren und Cholesterin, wohingegen bei Umstellen auf kohlenhydratreiche Ernährung der Serumcholesterinspiegel deutlich sank. Die kohlenhydratreiche Diät, mit geringem Fettanteil, wirkte sich hauptsächlich auf den Triglyceridspiegel aus. Die Serumtriglyceridspiegel stiegen deutlich, hatten aber die Tendenz sich nach ca. 2 Wochen auf Ausgangswerte einzupendeln. Vor allem zeigte sich, daß verschiedene Personen selbst bei identischer Ernährung verschiedene Lipidwerte haben und dementsprechend auch verschieden reagieren.

Die Triglyceridwerte sind vier Stunden nach Nahrungsaufnahme bei fettreicher Ernährung eindeutig höher als die Nüchternwerte, während sich bei kohlenhydratreicher Ernährung keine

klare Aussage machen läßt. Auch die entsprechenden Cholesterinwerte zeigen keine einheitliche Tendenz. Die ausgeprägten Schwankungen der Serumlipide gehen alles in allem nicht mit entsprechenden Gewichtsschwankungen einher.

D) Anhang

Zeichenerklärung:

Vp A:

Vp B: ·-·-·-·-·-·-·-

Vp C: ·-·-·-·-·-·-·-

Vp D: -----

Vp E: ··-·-·-·-·-·-

Vp F: -·-·-·-·-·-

Tabelle 1: Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht der Versuchspersonen

Vp	Alter	Geschlecht	Größe	Gewicht
A	28	männl.	181	81
B	24	männl.	178	70
C	27	männl.	178	75
D	25	männl.	177	76
E	25	männl.	174	70
F	23	männl.	182	83

Tabelle 2: Zusammensetzung der kohlenhydratreichen Formeldiät

	Ei.w.	Fett	KH	Cal.	Chol.	Ges.Fs	1-fach unges.	mehrf. unges.	P %
310 g Magerm.Pulv.	108,5	3,1	161,2	1147,0	-	2,16	0,61	0,03	
438,7 Malto-Dextr.	-	-	414,7	1697,8	-	-	-	-	
10 g Butter	0,1	8,3	-	78,0	28	5,78	1,65	0,07	
(8,3) 12,3 Safloröl	-	8,3	-	78,0	-	0,9	0,9	5,7	
gesamt	108,6	19,7	575,9	2999,8	28	8,84	3,16	5,8	0,7
% Anteil	15 %	5 %	80 %						

2 g NaCl

1 g KCl

590 mg Cholesterin

Tabelle 3: Zusammensetzung der fettreichen Formeldiät

	Einw.	Fett	KH	Cal.	Chol.	Ges. Fs.	1-fach unges.	mehrf. unges.	P/S
310 g Magerm. Pulv.	108,5	3,1	161,2	1147,0	-	2,16	0,61	0,03	
20 g Malto-Dextr.	-	-	18,9	77,4	-	-	-	-	
221,4 g Butter	1,8	184,9	0,7	1719,9	620	128,13	36,61	1,67	
(6) 2 g Safloröl	-	6,0	-	55,8	-	0,65	0,65	4,10	
gesamt	110,3	194,0	180	3000,1	620	130,94	37,87	5,80	0,04
% Anteil	15 %	60 %	25 %						

2 g NaCl

1 g KCl

590 mg Cholesterin

Tabelle 4: Cholesterin im Serum (Werte in mg/100 ml)

Tag	1.	4.	8.	11.	15.	18.	22.	25.	29.	32.	36.	39.	43.
Vp			<u>fettreich</u>						<u>kohlenhydratreich</u>				
A	191	200	208	190	189	160	162	168	156	174	186	167	170
B	250	247	242	248	243	226	244	199	196	193	202	184	208
C	270	269	239	230	226	220	238	190	187	206	193	196	216
			<u>kohlenhydratreich</u>						<u>fettreich</u>				
D	161	166	156	164	169	166	159	178	176	180	186	177	185
E	198	187	170	169	164	169	176	196	194	193	195	183	181
F	254	226	194	194	216	189	168	215	243	228	222	212	224

Tabelle 5: Triglyceride im Serum (Werte in mg/100 ml)

Tag	1.	4.	8.	11.	15.	18.	22.	25.	29.	32.	36.	39.	43.
Vp													
A	96	98	86	76	106	78	74	138	<u>kohlenhydratreich</u>				
									165	108	144	136	124
B	98	84	80	84	78	79	90	156	260	254	196	222	202
C	116	118	110	88	98	86	138	210	151	200	298	288	198
									<u>fettreich</u>				
D	54	82	114	106	148	114	124	64	88	54	72	114	64
E	66	114	102	118	230	164	140	106	102	118	134	77	94
F	140	98	232	152	296	169	148	80	132	86	108	72	72

Tabelle 6: Cholesterin im Serum 4 Stunden nach Nahrungs-
aufnahme (Werte in mg/100 ml)

	15.	18.	36.	39. Tag
Vp	<u>fettreich</u>	<u>kohlenhydratreich</u>		
A	181	164	182	176
B	229	241	206	199
C	221	227	208	208

	<u>kohlenhydratr.</u>	<u>fettreich</u>		
D	159	155	192	192
E	159	167	187	186
F	181	174	232	224

Tabelle 7: Triglycerid im Serum 4 Stunden nach Nahrungs-
aufnahme (Werte in mg/100 ml)

	15.	18.	36.	39. Tag
Vp	<u>fettreich</u>	<u>kohlenhydratreich</u>		
A	176	164	123	114
B	196	264	208	222
C	252	232	306	310

	<u>kohlenhydratr.</u>	<u>fettreich</u>		
D	153	96	130	192
E	230	168	170	208
F	286	210	256	192

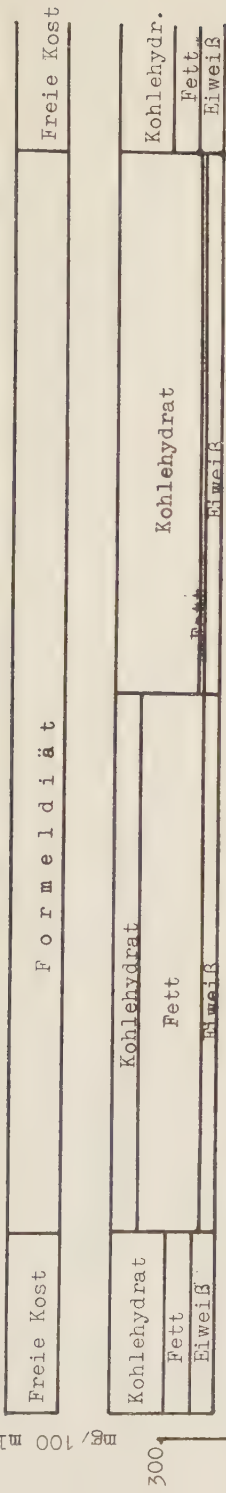


Abb. 1: Cholesterinspiegel der Versuchspersonen A, B, C bei fett- bzw. kohlenhydratreicher Formeldiät.

Freie Kost	Formeldiät	Freie Kost
------------	------------	------------

Kohlenhydrat	Kohlenhydrat	Kohlenhy.
Fett		Fett
Eiweiß	Eiweiß	Eiweiß



Abb. 2: Cholesterinspiegel der Versuchssperonen D, E, F bei fett- bzw. kohlenhydratreicher Formeldiät

mg / 100 g

Formeldiät		Freie Kost
------------	--	------------

Kohlenhydrat		Kohlenhydrat	Kohlenhydrat	Kohlenhydrat
Fett	fett			
Eiweiß	Eiweiß			
		Fett	Eiweiß	Fett
		Eiweiß		Eiweiß

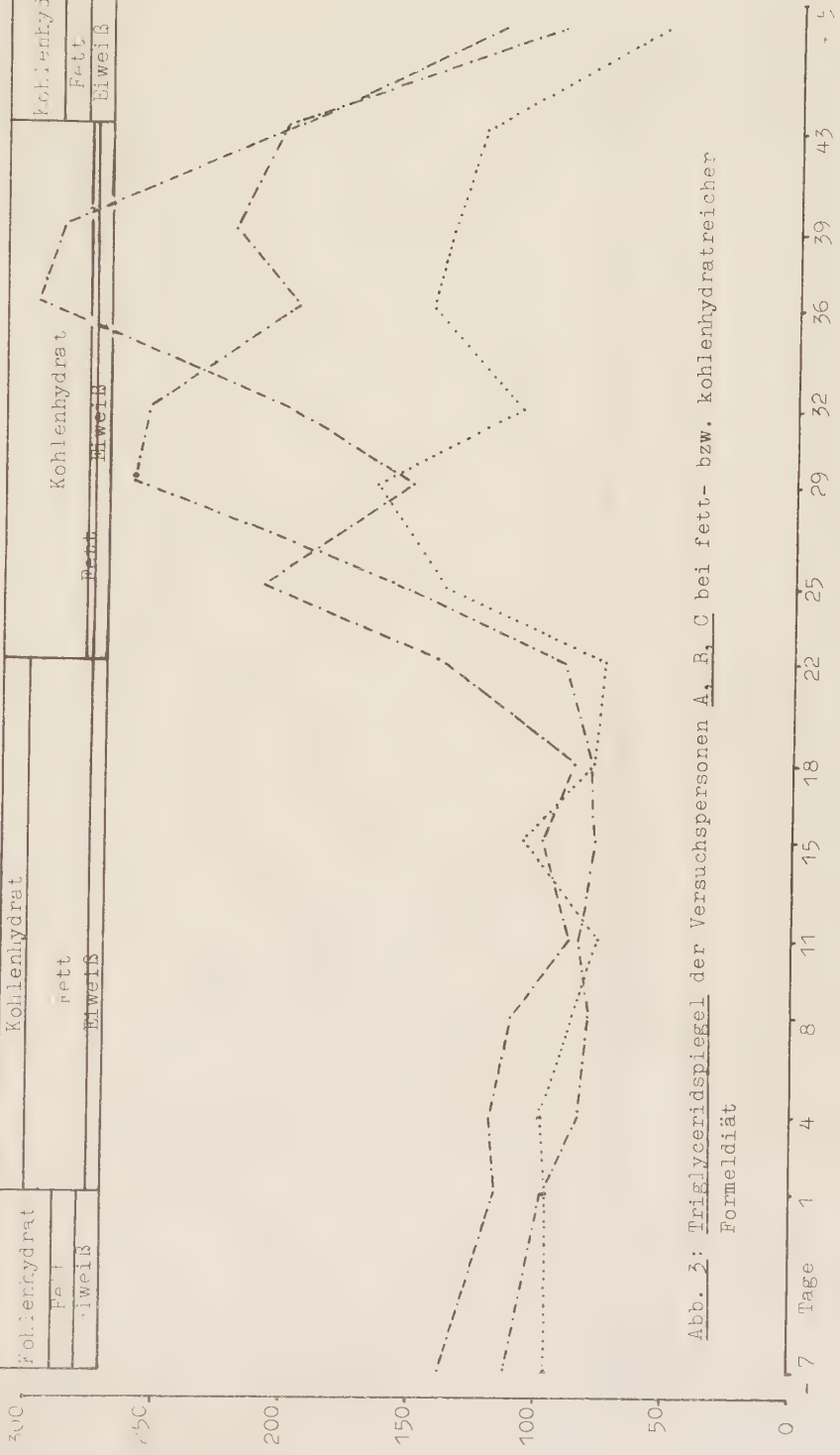


Abb. 3: Triglyceridspiegel der Versuchspersonen A, B, C bei fett- bzw. kohlenhydratreicher Formeldiät

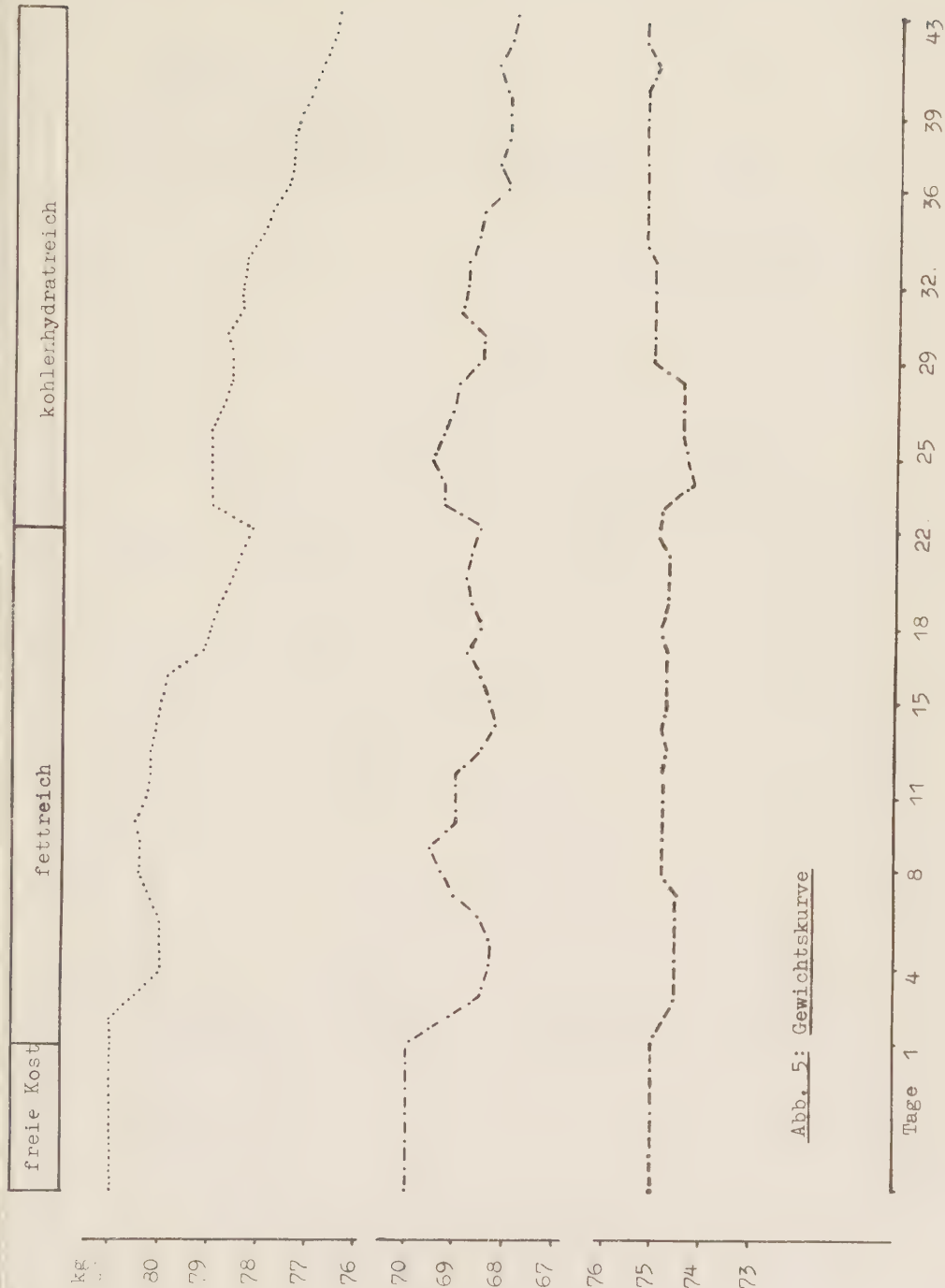


Abb. 5: Gewichtskurve

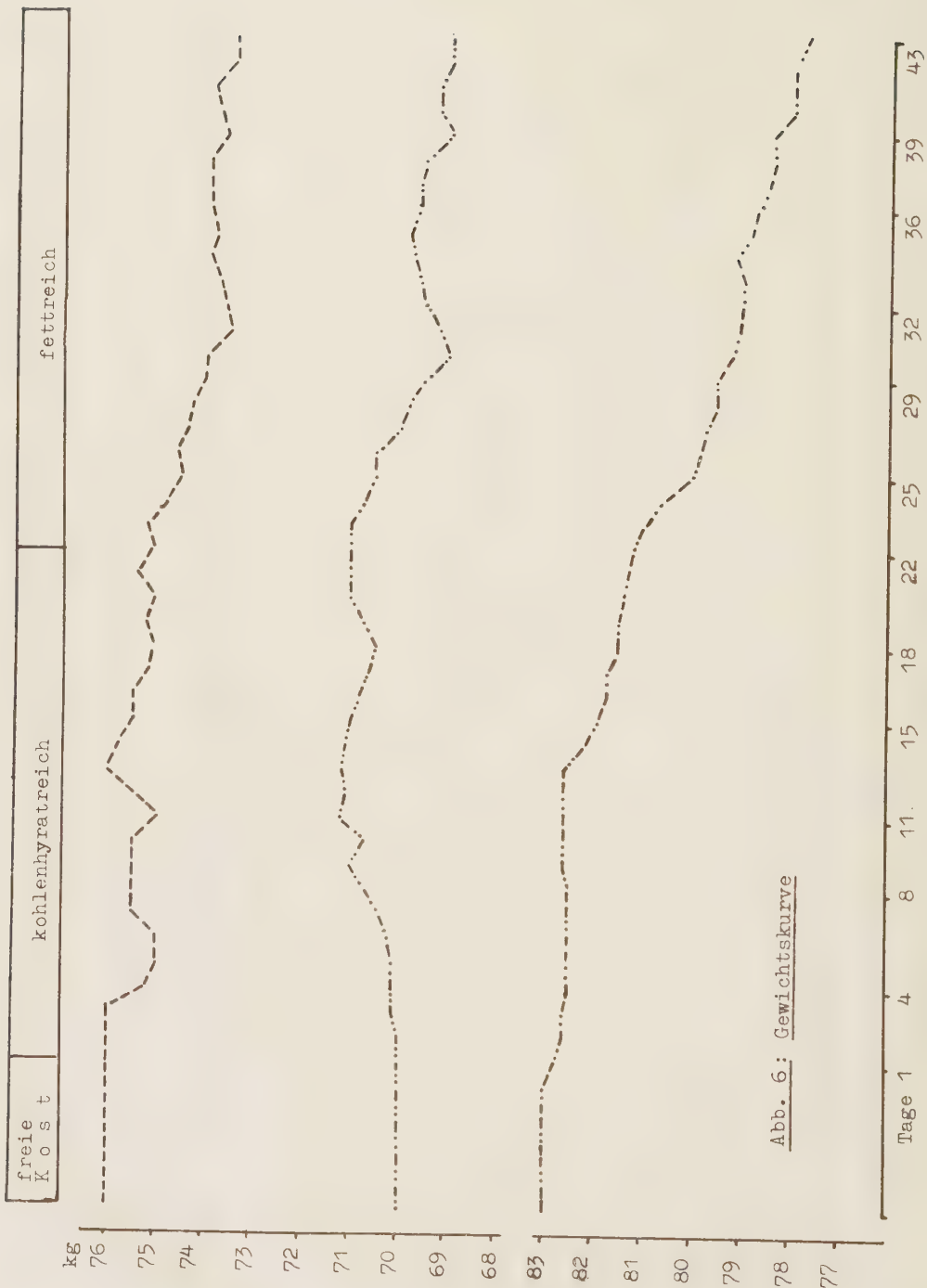


Abb. 6: Gewichtskurve

Abb. 7:

Cholesterinspiegel der Versuchspersonen A, B, C nüchtern
bzw. 4 Stunden nach Nahrungsaufnahme

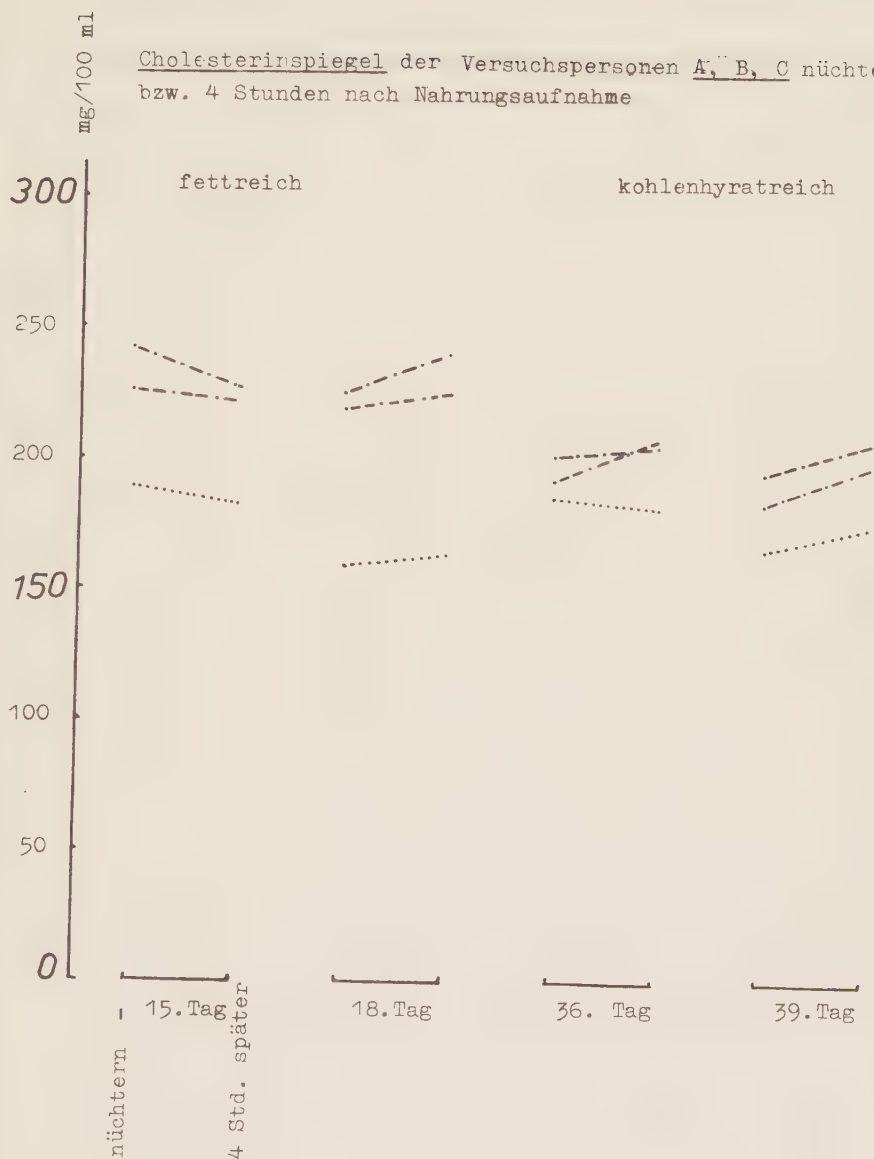


Abb. 8 :

Cholesterinspiegel der Versuchspersonen D, E, F nüchtern
bzw. 4 Stunden nach Nahrungsaufnahme

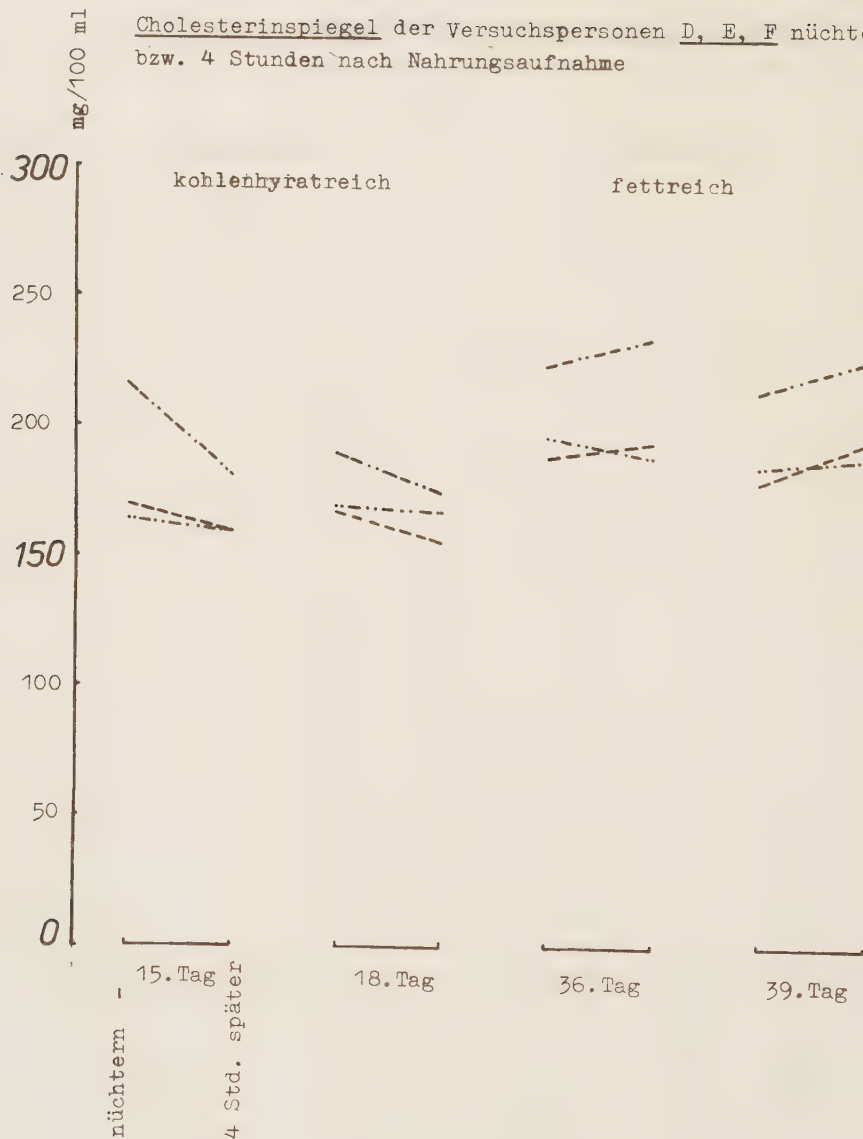


Abb. 9:

Triglyceridspiegel der Versuchspersonen A, B, C nüchtern bzw.
4 Stunden nach Nahrungsaufnahme

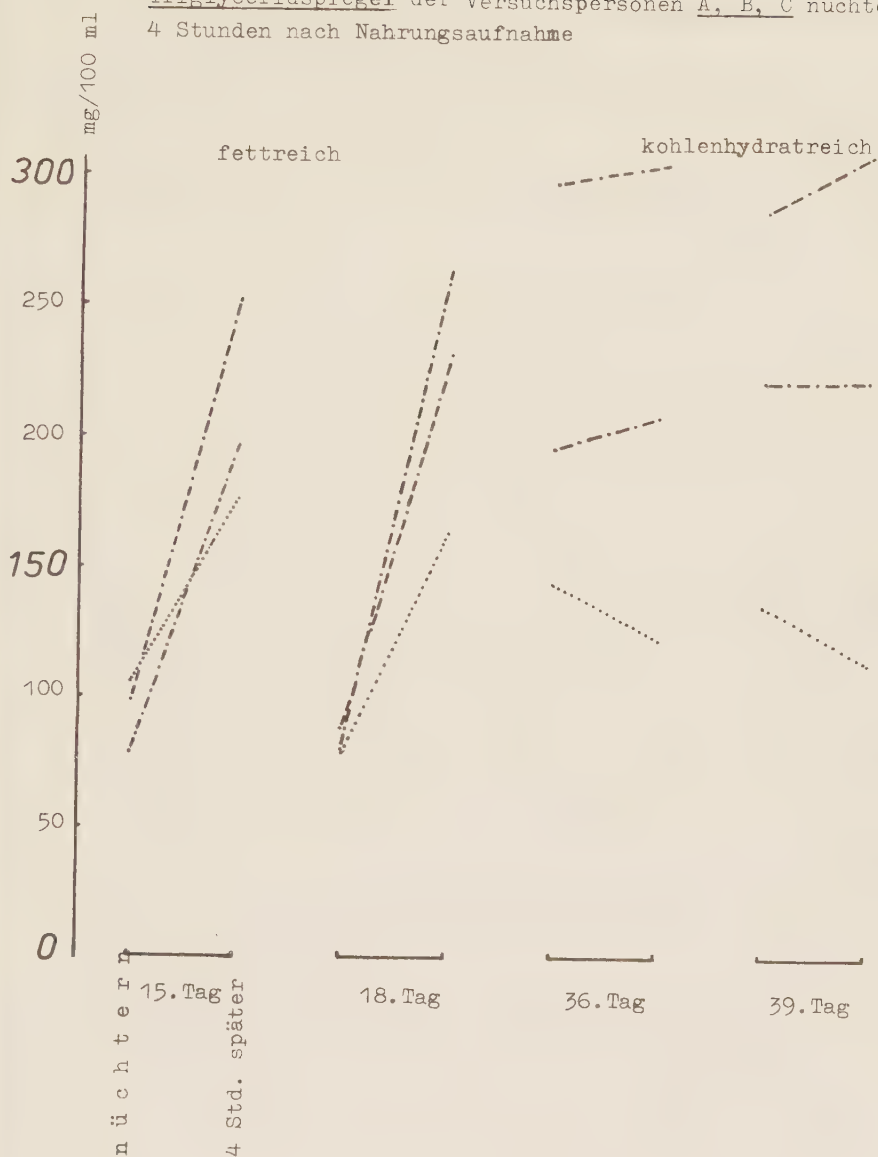
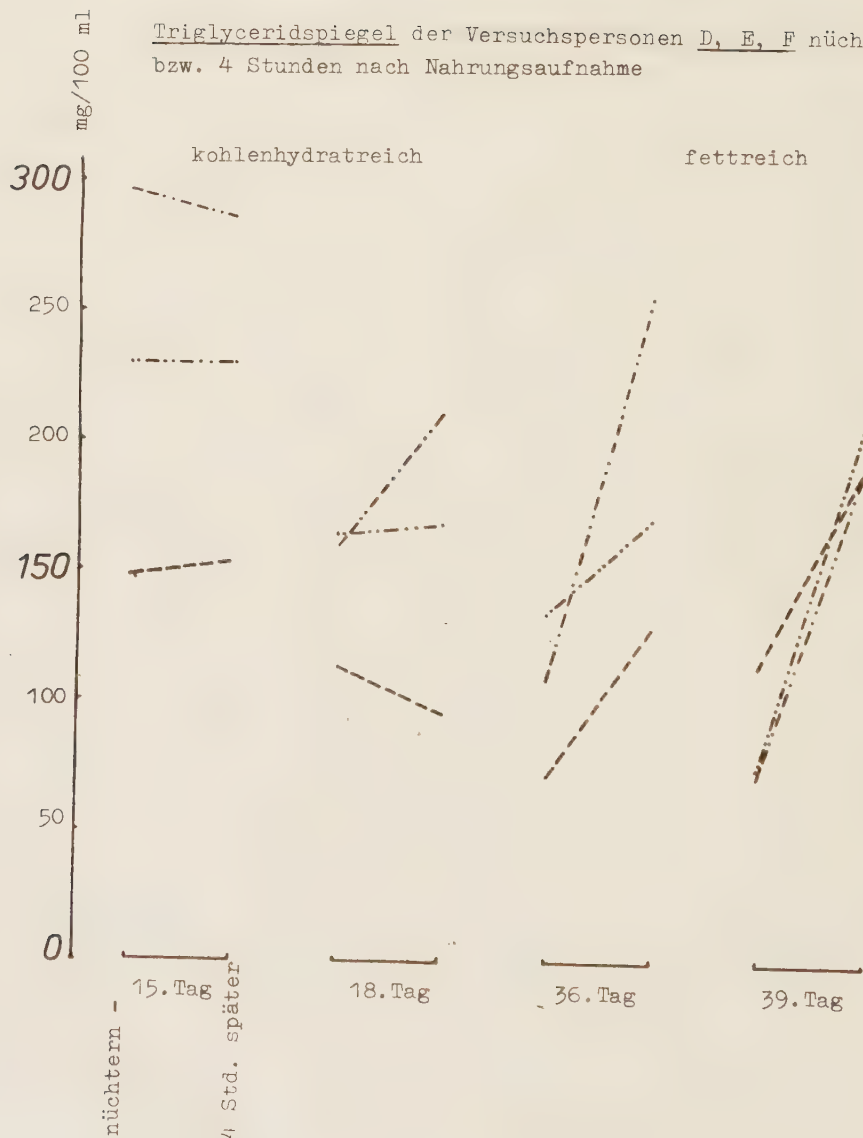


Abb. 10:

Triglyceridspiegel der Versuchspersonen D, E, F nüchtern
bzw. 4 Stunden nach Nahrungsaufnahme



Literaturverzeichnis

- 1) Ahrens, E. H., Jr. Hirsch, Insull, W. Jr., Tsaltas, T. T.,
Blomstrand, R., Peterson, M. L.:
The influence of dietary fats on serum-lipid levels in man.
Lancet 1, 943 (1957)
- 2) Anderson, J. T.:
Dietary carbohydrate and serum triglycerides.
Amer. J. Clin. Nutr. 20, 168 (1967)
- 3) Anderson, J., F. Grande, Y. Matsumoto, A. Keys:
Glucose, sucrose and lactose in the diet and blood
lipids in man.
J. Nutr. 79, 349 (1963)
- 4) Antonis, A., I. Behrson:
Serum triglyceride levels in South African Europeans and
Bantu and in ischemic heart-disease.
Lancet 1, 998 (1960)
- 5) Antonis, A., I. Behrson:
The influence of diet on serum triglycerides.
Lancet 1, 3 (1961)
- 6) Beveridge, J. M. R., H.L. Haust, W. F. Connell:
Magnitude of the hypocholesterolemic effect of dietary
sitosterol in man.
J. Nutr. 83, 119 (1964)

- 7) Bloom, W. L.:
Inhibition of salt excretion by carbohydrate.
Arch. Internal Med. 112; 92 (1963)
- 8) Campbell, A. M., M. E. Swenseld, W. H. Griffith,
S. G. Tuttle:
Serumlipids of man fed diets differing in protein
quality and linoleic acid content.
Amer. J. Clin. Nutr. 17,83 (1965)
- 9) Eggstein, M.:
Eine neue Bestimmung der Neutralfette im Blutserum und
Gewebe.
Klin. Wschr. 44, 267 (1966)
- 10) Fisher, J., P. Griminger, E. R. Sostman, M. K. Brush:
Dietary pectin and blood cholesterol.
J. Nutr. 86, 113 (1965)
- 11) Grande, F., J. T. Anderson, A. Keys:
Effects of carbohydrates of leguminous seeds, wheat
and potatoes on serum cholesterol concentration in man.
J. Nutr. 86,313 (1965)
- 12) Grande, F.:
Dietary carbohydrates and serum cholesterol.
Amer. J.Clin. Nutr. 20, 176 (1967)
- 13) Hermann, R. H., D. Zakim, F. B. Stifel:
Effect of diet on lipid metabolism in experimental
animals and man.
Fed. Proc. 29; 1302 (1970)

- 14) Kaufmann, N. A., R. Poznanski,
S. H. Blondheim, Y. Stein:
Comparison of effects of fructose, sucrose, glucose
and starch on serum lipid in patients with hypertri-
glyceridemia and normal subjects.
Amer. J. Clin. Nutr. 20, 131 (1967)
- 15) Keys, A.:
Blood lipids in man - a brief review.
J. Amer. Diet. Ass. 51, 508 (1967)
- 16) Keys, A., J. T. Anderson, F. Grande:
Serum cholesterol response to changes in the diet.
Metabolism 14, 747 (1965)
- 17) Keys, A., J. T. Anderson, F. Grande:
Diettype (fats constant) and blood lipids in man.
J. Nutr. 70, 257 (1960)
- 18) Keys, A., F. Grande, J. T. Anderson:
Fiber and pectin in the diet and serum cholesterol
concentration in man.
Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 106, 555 (1961)
- 19) Keys, A., F. Grande, J. T. Anderson:
Serum cholesterol in man and complex carbohydrates
in diet.
Circulation 20, 986 (1956)
- 20) López, A., R. E. Hodges, W. A. Krehl:
Some interesting relationships between dietary
carbohydrates and serum cholesterol.
Am. J. Clin. Nutr. 18, 149 (1966)

- 21) Mac Donald, I.:
The lipid response of postmenopausal women to dietary carbohydrates.
Am. J. Clin. Nutr. 18, 86 (1966)
- 22) Mac Donald, I.:
Influence of fructose and glucose on serum lipid levels in men and pre- and postmenopausal women.
Am. J. Clin. Nutr. 18, 369 (1966)
- 23) Mac Donald, I.:
The lipid response of young women to dietary carbohydrates.
Am. J. Clin. Nutr. 18, 86 (1966)
- 24) Mac Donald, I.:
The effects of various carbohydrates on the serum lipids during a 5 day regimen.
Clin. Sci. 29, 193 (1965)
- 25) Mac Donald, I.:
The lipid response of young women to dietary carbohydrates.
Am J. Clin. Nutr. 16, 458 (1965)
- 26) Mac Donald, I., D. M. Braithwaite:
The influence of dietary carbohydrates on the lipid pattern in serum and in adipose tissue.
Clin. Sci. 27, 23 (1964)
- 27) Mac Gandy, R. B., D. M. Hegsted, M. L. Myers, F. J. Starc:
Dietary carbohydrate and serum cholesterol levels in man.
Am. J. Clin. Nutr. 18, 237 (1966)

- 28) Olson, R. E., J. W. Vester, D. Gurse, N. Davis,
D. Longman:
The effect of low-protein diets upon serum cholesterol
in man.
Am. J. Clin. Nutr. 6, 310 (1958)
- 29) Prather, E. S.:
Effect of cellulose on serum lipids in young women.
J. Am. Dietet. Assoc. 45, 230 (1964)
- 30) Schmidt, F. H., K. von Dahl:
Zur Methode der enzymatischen Neutralfett-Bestimmung
im Biologischem Material.
Zeitschrift f. klin. Chemie 6, 156 (1968)
- 31) Shamma'a, M., U. Al-Khalidi:
Dietary carbohydrates and serum cholesterol in man.
Am. J. Clin. Nutr. 13, 194 (1963)
- 32) Sperry, W. M.:
Lipide Analyses.
In: Methods of Biochemical Analysis.
Interscience Publishers New York - London Vol 2, 83 (1955)
- 33) Vergroesen, A. J., J. de Boer:
Quantitative Effekte mehrfach ungesättigter und anderer
Fettsäuren in der menschlichen Diät.
Wissenschaftl. Veröffentl. der DGE, 22, 46.
Steinkopff, Darmstadt 1970
- 34) Walker, G. R., E. H. Morse, V. A. Oversley:
The effect of animal protein and vegetable protein
diets having the same fat content on the serum lipid
levels of young women.
J. Nutr. 72, 31 (1960)

- 35) Winitz, M., J. Graff, D. A. Seedman:
Effect of dietary carbohydrate on serum cholesterol
levels.
Arch. Biochem. Biophys. 108, 576 (1964)
- 36) Zak, B., R. C. Dickenmann, E. G. White, H. Burnett,
P. J. Cherney:
Rapid Estimation of Free And Total Cholesterol.
Am. J. Clin. Path. 24, 1307 (1954)

Herrn Professor Dr. N. Zöllner danke ich für die Möglichkeit, an der Medizinischen Poliklinik der Universität München meine Experimente durchführen zu können.

Besonders möchte ich Herrn Privatdozent Dr. G. Wolfram für das Thema meiner Arbeit und seine hilfsbereite, tatkräftige Unterstützung danken.

Lebenslauf

Ich, Rainer Jungbauer, wurde am 6. 11. 1949 als erster Sohn von Dr. Josef Jungbauer, Zahnarzt, und seiner Ehefrau Gertrud Jungbauer, geb. Auer, in Straubing/Niederbayern geboren.

1955 trat ich in die Seminarübungsschule Straubing ein. In der 3. Klasse wechselte ich in die Volksschule St. Jakob, nach der 5. Klasse Übertritt in das Ludwigsgymnasium Straubing, wo ich 1969 das Abitur ablegte.

Darauf begann ich zum Wintersemester 1969/70 das Zahnmedizinstudium an der Ludwig-Maximilians-Universität München, wo ich nach dem Sommersemester 1970 das Vorphysikum und nach dem Wintersemester 1971/72 das Physikum ablegte. Am 4. 2. 1975 schloß ich das Studium mit dem Staatsexamen ab.

